



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Timmo Tuul

KAS EELISTADA HALL-LEPIKUID KUUSIKUTELE?

WHETHER TO PREFER GREY ALDER TO NORWAY SPRUCE?

Bakalaureusetöö

Metsanduse õppekava

Juhendajad: Risto Sirgmets, MSc

Dotsent Paavo Kaimre

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Timmo Tuul		Õppekava: metsandus	
Pealkiri: Kas eelistada hall – lepikuid kuusikutele?			
Lehekülgi:32	Jooniseid:0	Tabeleid:3	Lisasid:11
Osakond: Metsakasvatus Uurimisvaldkond: Metsakasvatus, metsandus, metsandustehnoloogia Juhendajad: lektor Risto Sirgmet, dotsent Paavo Kaimre Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2021			
<p>Hall lepp (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench) on Eestis laialt levinud kodumaine puuliik, mille puistud katavad 8,9% metsamaast. Metsaomanike huvi hall-lepikute majandamise vastu on madal, sest halli lepa puit on odav.</p> <p>Aastal 2018 tõusid puidusortimentide hinnad hüppeliselt. Sellest tulenevalt tekkis töö autoril küsimus: kas pärast suurt puidu kokkuostuhinna tõusu tasuks eelistada hall-lepikuid kuusikutele? Lõputöö eesmärk on selgitada, kas võrreldes hariliku kuuse puistuga on hall-lepiku kasvatamine majanduslikult tasuvam või mitte. Töös arvutati hall-lepiku ja kuusiku majandamise 60 aasta puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi ja pikaajaline keskmine tulu.</p> <p>Hall-lepiku ja hariliku kuuse majandamise tasuvuse võrdlemiseks kasutati kolme näitajat: puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi ja pikaajaline keskmine tulu. Puistu kasvumudelite saamiseks kasutati Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade diferentsmudelit.</p> <p>Puhasnüüdisväärtuse meetodil saime teada, et hall-lepiku NPV on 1842,3 eurot ja kuusiku NPV on 3806,14 eurot. Sisemine tasuvuslävi hall-lepikus on 9,51% ja kuusikus 4,54%. Hall-lepiku pikaajaline keskmine tulu on 76,4 eurot/ha/a ja kuusikus 242,3 eurot/ha/a. Pikaajaline keskmine tulu ja puhasnüüdisväärtus näitavad, et võrreldes hall-lepikuga on kuusikute kasvatamine majanduslikult tasuvam.</p>			
Märksõnad:, hall lepp, harilik kuusk, puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi			

Estonian University of Life Sciences		Abstract of Bachelor's Thesis	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Author: Timmo Tuul		Speciality: forestry	
Title: <i>Whether to prefer grey alder to Norway spruce</i>			
Pages:32	Figures:0	Tables:3	Appendixes: 11
Department: Silviculture Field of research: Silviculture, forestry, forestry, forestry technology Supervisor: lecturer Risto Sirgmet, associate Professor Paavo Kaimre Place and date: Tartu 2021			
<p><i>Grey alder (Alnus incana (L.) Moench) is a widespread domestic tree species in Estonia, with stands covering 8.9% of forest land. Forest owners interest in grey alder management is low because grey alder wood is cheap.</i></p> <p><i>In 2018, the prices of wood assortments went high. As a result of situation, author had a question: should grey alder be preferred to Norway spruce after increase of the purchase price of timber. The aim of the thesis is to find out whether grey alder is economically more profitable than Norway spruce. In thesis calculated the net present value, the internal rate of return and long-term average income of grey alder and Norway spruce.</i></p> <p><i>Three indicators were used to compare the management of grey alder and Norway spruce: the internal rate of return and long-term average income. The stand growth model was used to differentiate the height, diameter and reserve age series of Estonian state forest stands.</i></p> <p><i>Using the net present value method, we found out that the NPV of grey alder is 1842,3 euros and the NPV of the Norway spruce is 3806,14 euros. The internal rate of return in grey alder is 9,51% and in Norway spruce is 4,54%. The long-term average income of grey alder is 76,4 euros/ha/year and of Norway spruce 165,9 euros/ha/year. The long-term average income and net present value show that Norway spruce growing is more economically viable than grey alder.</i></p>			
Keywords:grey alder, Norway spruce, net present value, internal rate of return			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. HALL LEPP JA HARILIK KUUSK.....	7
1.1 Hall lepp (<i>Alnus incana</i> (L.) Moench)	7
1.1.1 Hall-lepikute majandamine.....	8
1.2 Harilik kuusk (<i>Picea abies</i> (L.) Karst)	8
1.2.1 Biootilised ja abiootilised probleemid kuusikutes	9
1.2.2 Kuusikute majandamine	10
1.3 Konkurents	11
2. INVESTEERINGUTE HINDAMISE MEETODID	13
2.1 Puhasnüüdisväärtus	13
2.2 Sisemine tasuvuslävi	14
2.3 Pikaajaline keskmine tulu	14
3. MATERJAL JA METOODIKA.....	15
3.1 Hall-lepiku majandamise mudel	16
3.2 Kuusiku majandamise mudel.....	17
3.3 Tööde kulud ja puidusortimentide hinnad	18
4. TULEMUSED JA ARUTELU	19
5. KOKKUVÕTE	21
5. KASUTATUD KIRJANDUS	22
LISAD	24
Lisa 1. Lühendid	25
Lisa 2. Hall-lepiku NPV, IRR ja pikaajaline keskmine tulu	26
Lisa 2.1. Hall-lepiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm), kõik sortimendid arvestatud küttepuidu hinnaga	26
Lisa 2.2. Hall-lepiku lageraie saadud tulu ja puidu kogus (tm), sortimendid “Jämepalk” ja “Peenpalk” arvestatud sortiment “LV palk” hinnaga	26
Lisa 2.3. Ülevaade hall-lepiku esimese ning teise raieringi metsamajanduslikest töödest, kuludest ja tuludest	26
Lisa 2.4. Hall-lepiku 60 aasta majanduslik prognoos, puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi ja pikaajaline keskmine tulu	27
Lisa 3. Kuusiku NPV, IRR ja pikaajaline keskmine tulu	29
Lisa 3.1. 25 aastase kuusiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm)	29
Lisa 3.2. 45 aastase kuusiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm)	29
Lisa 3.3. 60 aastase kuusiku lageraie saadud tulu ja puidu kogus (tm)	29
Lisa 3.4. Ülevaade kuusiku metsamajanduslikest töödest, kuludest ja tuludest.....	30
Lisa 3.5. Kuusiku 60 aasta majanduslik prognoos, puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi, pikaajaline keskmine tulu	31
Lisa 4. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	33

SISSEJUHATUS

Eesti 2 332 600 ha suurusest metsamaast katab hall lepp 8,9% ja harilik kuusk 18,9% (SMI, 2019). Mõlemad eelnimetatud puuliigid konkureerivad samadel kasvukohatüüpidel. Selline olukord annab võimaluse metsaomanikule valida, kas majandada samal kasvukohal hall – lepikuid või kuuskuid.

Suur osa halli lepa puidust müüakse küttepuiduna. Eestis on hall-lepikute majandamine vähe levinud, kuid tänu sooja- ning elektri tootmisele on hall lepp hea alternatiiv fossiilsetele kütustele, sest tegu on vähenõudliku ja kiirekasvulise puuliigiga. Viimastel aastatel on Eestisse ehitatud mitmeid puitkütusel töötavaid elektrijaamu ja katlamajasid, mis suurendab nõudlust küttepuidu järele ning võiks soodustada metsaomanike huvi halli lepa puistute majandamise vastu.

Eesti parimad ümarpuidu kokkuostuhinnad olid aastal 2018, mil püsitati uusi sortimentide hinnarekordeid. Erametsakeskuse hinnastatistika andmeil kasvas 2018. aastakeskmise kuusepalgi hind 11,7%, -peenpalgi hind 13,5% ja -paberipuit 68,9% võrreldes 2017 aastakeskmistega. Samuti mõjutas suur kokkuostuhinna tõus lehtpuu sortimente. Võrreldes 2017 aasta keskmiste hindadega tegi märgatava tõusu Erametsakeskuse hinnastatistika andmeil lehtpuu küttepuu (36,9%) (Hepner, 2019).

Kiirelt arenev puitkütte sektor ja märgatav ümarpuidu hinnatõus tekitab küsimuse, kas hall-lepiku kasvatamine oleks majanduslikult kasulikum võrreldes kuusikuga. Et leida kumma puuliigi kasvatamine on majanduslikult kasulikum, on bakalaureusetöös arvatatud mõlema puistu 60 aasta puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvusläävi ning pikaajaline tulukus.

1. HALL LEPP JA HARILIK KUUSK

1.1 Hall lepp (*Alnus incana* (L.) Moench)

Halli lepa areaal ulatub Kesk-Euroopast Lõuna-Euroopani, samuti leiab teda Kaukaasias ja Lääne-Siberis. Kuna tegu on külmakindla ja poolvarjataluva puuliigiga, võib hall lepp kasvada kuni 2000m kõrgusel merepinnast (Laas, 2019). Eesti 2 332 600 ha suurusest metsamaast katab hall lepp 8,9% (SMI, 2019).

Halli lepa lühikese eluea tõttu on 75-aastased hall-lepikud haruldased. Hall lepp kasvab sagedasti koos arukase, hariliku kuuse, hariliku haava jt. puuliikidega. Halli lepa kasv on oluliselt kiirem võrreldes teiste puuliikidega, intensiivne kasv kestab kuni 35 eluaastani. Kui metsaomanikud ei teeks hall-lepikutes uuendusraieid, asenduksid need tänu lühikesele elueale varjataluvate kuusikutega (Laas, 2019).

Viljakatel muldadel moodustab hall lepp suure täiusega puistuid, kus esinevad sihvakad ja sirged tüved. Hõredamates puistutes võib puistu keskmine rinnasdiameeter ulatuda kuni 50 sentimeetrini. Halli lepa juurestikus esinevad peajuur ning hästi arenenud külgujuured. Halli lepa põhiline seemnekandvus toimub 20-30 aastaseks. Kuna seemned kukuvad kevadtalvel lumele, võib sulavesi need kanda kaugele. Tärkavad tõusmed on nõrgad ja väikesed, sellepärast on need tundlikud erinevatele kahjustustele. Lisaks paljuneb hall lepp vegetatiivselt, kannuvõsud kasvavad kiiremini võrreldes juurevõsudega, sest neil on võimalik kasutada tervet maa sees olevat juurestikku (Laas, 2019). Enamik vegetatiivselt paljunenud hall lepad saavad emapuult kaasa tüvemädaniku (Tullus *et al.* 1998).

Ainsana kodumaistest puuliikidest seob hall lepp õhulämmastikku sümbioosis kiirikbakteritega (Lõhmus *et al.* 2002). Hall-lepikute abil on võimalik tõsta kurnatud mulla lämmastiksisaldust. Tänu suurele puhverdamisvõimele saab hall-lepikuid majandada biopuhastina reostunud veekogude ääres (Tullus *et al.* 1998). Halli lepa lehed ja puit on

lämmastikurikkad, nende lagunemisel tekib lämmastikurikas metsakõdu, alepõllunduse ajastul pandi puhkama jäetud põldudele kasvama hall lepp, et parandada mulla viljakust (Laas, 2019).

Halli lepa puit sisaldab 10% tanniini, mida kasutatakse naha parkimiseks ja värvimiseks. Peamiselt kasutatakse halli leppa küttepuuna. Toiduainete suitsetamisel annab hall lepp asendamatu maitseelamuse.

1.1.1 Hall-lepikute majandamine

Hall-lepikute kultuurpuistused esineb harva, sest tegemist on majanduslikult vähe väärtusliku puuliigiga. Kuna hall-lepikul on hea vegetatiivne- ja looduslik uuenemine, on enim levinud majandamise viis lihtsalt lageraie meetodil. Peamised kaks levinud varianti (Kask, 2009):

- 1) kuni 10 aasta vanuse lepavõsa raiumine, kasutades selleks spetsiaalset giljotiini;.
- 2) 15-30 aastase puistu lageraie, kasutades selleks tavalist metsatehnikat.

Sageli soovitakse hall-lepikud vahetada mõne teise kultuuri vastu. Kõige lihtsam ja odavam on hall-lepikut uuendada ainult lageraiega. Teine meetod, mida harvem kasutatakse on koridorkultuur. See tähendab, et lepavõsasse raiutakse 2 meetri laiused koridorid vahekaugusega 6-8 meetrit. Koridoridesse istutatakse soovitud puuliigi taimed, et need saaksid kasvada halli lepa turbel. Koridoride laiendamine toimub iga paari aasta tagant. Hariliku kuuse looduslikku uuenemist saab efektiivselt soodustada hall-lepikute hõrendamisega (Kask, 2009).

1.2 Harilik kuusk (*Picea abies* (L.) Karst)

Igihaljaste okaspuude perekonda kuuluva hariliku kuuse areaal ulatub Euroopast igikeltsani. Areaali ida- ja põhjapiiri määramine on keeruline, sest on tekkinud kaks erinevat alamliiki (Laas, 2004). Eesti 2 332 600 hektari suurusel metsamaast katab harilik kuusk 18,9% (SMI, 2019). Harilik kuusk on võimeline kasvama külmades tingimustes, eelistades viljakamaid ja

liikuva põhjaveega muldi. Pinnalähedase juurestiku tõttu on tormihell ja põuakartlik. Puistute aeglane kasv, iseharvenemine ning tiheda võra esinemine viitab sellele, et harilik kuusk on varjataluv puuliik. Viljakatel kasvukohatüüpidel võib tüve läbimõõt ulatuda 2 meetrini ja kõrgus 60 meetrini. Eestis kasvab keskmiselt harilik kuusk 30 meetri kõrguseks ja diameeter võib ulatuda ühe meetrini. Hariliku kuuse keskmine eluiga võib ulatuda kuni 500 aastani (Laas, 2004).

Hariliku kuuse puidu kasutatakse Eestis peamiselt ehitus- ja paberipuiduna. Sadu aastaid on Põhja-Euroopas olnud harilik kuusk jõulupuu. Eestis sai selline kasutamine traditsiooniliseks aastal 1860-1870. Kuusevaiku on kasutatud erinevate antiseptiliste ja põletikuvastaste ravimite tootmiseks (Laas, 2004).

1.2.1 Biootilised ja abiootilised probleemid kuusikutes

Juurepess on Eesti okaspuumetsades kõige olulisem seenkahjur, juure- ja tüvemädaniku tõttu, mida juurepess põhjustab, võib metsaomanikel saamata jääda kuni 30% müüdava ümarmaterjali tulust. Juurepess on kuuse juuresüsteemis arenev haigus, mis kahjustab peenjuurtel kõiki kudesid ning jämedamatel juurtel ainult lülipuitu. Eosest arenev mütseel tungib kändu, ning liigub läbi juurekontaktide kõrval asuvatesse puudesse. Haigus suudab areneda ilma igasuguste sümptomiteta aastaid, sest kuusk suudab tagasi kasvatada oma peenjuured. Kui juurepess on levinud kogu juurestikus, liigub haigus mööda tüve üles kuni 12 m kõrguseni maapinnast, moodustades kuusetüves mädanikukoonuse. Suurenenud juurepessu oht on kõikuva põhjaveega aladel, suure lubjasisaldusega toitainerikastel muldadel, põllumaadel, karjamaadel, põuakartlikel muldadel ning happelistel liivmuldadel. Juurepessu väiksem oht esineb liigniisketel muldadel, turbamuldadel ning väga kuivades ja vaestel muldadel. Juurepessu nakatumise vältimiseks teostada raieid talvel. Kui raieid tehakse suvel, määrada kännu lõikepinda juurepessuvastase preparaadiga. Efektiivseim juurepessu preparaat on *ROTSTOP* (Hanso, Öunap, 2006).

Kõige levinum putukkahjur kuusemetsades on mardikaliste hulka kuuluv kuuse-kooreürask. Pärast tormikahjustusi ja põudasid on tõenäoline, et kuuse-kooreürask võtab üle nõrgenenud

puistu. Kuuse-kooreürask on Eesti metsades teinud korduvalt suuri üraskirüüsteid, paljud neist on juhtunud pärast raskemaid tormikahjustusi. Kõige enam sobivad kuuse-kooreüraskile keskealised ja vanemad kuusepuistud (Voolmaa, 2012).

Kuuse-kooreüraski lendlus algab mai alguses, kui keskmine temperatuur on püsinud 14-20 kraadi vahel, ning pealmine mulla kiht vähemalt 10 kraadi. Pärast lendlemist asustab puu isasmardikas, kes närib koore alla paaritumiskoja. Pärast paarituskoja loomist lendavad ligi emasmardikad. Kuna tegemist on polügaamse putukaliigiga, siis ühe isasmardika kohta tuleb tavalisel 2-3 emasmardikat. Pärast viljastamist teevad emasmardikad individuaalsed käigud munemiseks. Munadest koorunud jalutud tõugud närivad iga üks omaette käigud, millest moodustub koore alla käigumuster ehk haudepilt. Noored mardikad kooruvad juuni lõpus ning lähevad pinnasesse talvituma augustis (Voolmaa, 2012).

1.2.2 Kuusikute majandamine

- **Esimene valgustusraie kuni 10 aasta vanuses puistus** - Kuna puht-kuusikut ei ole võimalik saavutada ilma inimese kaasabit, raiutakse esimesel valgustusraiel kõik kuuski segavad lehtpuud. Kohtades, kus pole kuuski, jäetakse alles männid ja kõvad lehtpuud. Kümne aastases puistus on normaalne tihedus kuni 3000 taime hektaril (Kask, 2009).
- **Teine valgustusraie 10 – 20 aasta vanuses puistus** - Noortes kuusikutes valitseb tõsine põdrakahjustuste oht, teine valgustusraie tehakse erandjuhtudel. Kui puistu vaatlusel selgub, et kuuse ladvakasv on väiksem või võrdne külgakasvudega, on soovituslik teha tagasihoidlik valgustusraie. Kui lehtpuu ja kuuse kõrgus on võrdne, on veel võimalus kujundada puhtkuusik. Juhul kui kuusk on jäänud varju, on majanduslik kasulikum säilitada lehtpuu. Lehtpuudele alla jäänud kuused hukkuvad ise, nende raiumine ei ole otstarbekas, sest hukkunud puud blokeerivad ulukite liikumist puistus. 20 aasta vanuses puistus peab täius püsima üle 70% (Kask, 2009).
- **Harvendusraied 20 – 40 aasta vanuses puistus** - Puhtkuusikud on reeglina hellad abiootiliste ning biootiliste tegurite suhtes. Sellises vanuses puht-kuusikus üldiselt hooldusraieid ei tehta. Kui harvendusraie on vajalik, siis teha seda alameetodil ja

lähtuda olukorrale sanitaarraie põhimõtetega. Harvendusraiel on soovitatav kuusikust eemaldada ulukite poolt kahjustatud ning surnud puud. Liigselt kultuuri harvendades ning maapinnast lõhkudes võib tekkida tormi- ja juurepessu oht. Lehtpuu raiuda välja sealt, kus nad piitsutavad või varjavad kuuske. Juhul kui metsas on juurepess, jätta lehtpuu alles selle leviku tõkestamiseks (Kask, 2009).

Kultuurihoolduse ja valgustusraie tegemata jätmisel kasvab lehtpuu kuuskedest üle. Et saada kuuse enamusega puistu, on võimalus kahe kuni kolme harvendusraiega puistust välja võtta lehtpuu. Sellise meetodiga majandades tehakse kuusik tormihellaks ning luuakse põtradele ideaalne koht koore söömiseks. Teise rinde kuuskedest ei ole soovitatav puhtpuistut kujundada, selle asemel on majanduslikult otstarbekam jätkata segapuistuga.

- **Harvendusraied üle 40 aasta vanuses puistus** - Sellises vanuses kuusikus on puistu liigilist koosseisu reguleerida hilja, võib tekkida olukord, et harvendusraieks pole enam vajadust. Üldine kuusikute kujundamine toimub kultuurihoolduse ja valgustusraiega. Harvendusraiega on viimane võimalus anda kuuskele kasvuruumi, kuid täius ei tohiks kindlasti langeda alla 70%, sest puistu võib muutuda tormihellaks. Tugeva putuk-, uluki- või tormikahjustuse korral teostada metsas lageraie (Kask, 2009).

1.3 Konkurents

Puuliikide vaheldumiseks nimetatakse kindal maa-alal ühe puuliigi asendumist teise puuliigiga. Selline vaheldumine on iseloomulik viljakatele kasvukohtadele, kus on võimalised kasvama mitmesugused erinevad puuliigid, näiteks sealhulgas hall lepp ja harilik kuusk. Vähe viljakatel liiv- ja rabamuldadel esineb enamuspuuliigina ainult harilik mänd, nendel kasvukohtadel puuliigi vaheldumist ei toimu (Kask, 2009).

Kuusikute vaheldumine lehtpuudega toimub peamiselt pärast lageraie, mil viljakale mullale langeb rohkem valgust ja sademeid. Selline keskkond soodustab alustaimestiku ja kiirekasvuliste lehtpuude kasvu. Sageli saab määravaks puuliigi kasvukiirus ja paljunemise

viis. Aeglase kasvuga hariliku kuuse bioloogilised omadused ei soodusta uuenemist lageraiel aladel ning põllumaadel, küll aga pioneerpuuliik halli lepale on selline pinnas uuenemiseks sobilik (Kask, 2009).

Harilikule kuusele muutub maapind soodsaks alles pärast lehtpuu võrade liitumist, sest maapinnale jõuab järjest vähem valgust. Massiliselt lehtpuu ja kuusikute vaheldumist peetakse ebasoodsaks, sest harilik kuusk majanduslikult kasulikum, samas on ajutine vaheldumine lehtpuuga kasulik mullale (Kask, 2009).

Eestis enim levinud puulik harilik mänd kasvab peamiselt kehvematel kasvualadel, see tähendab, et looduslikul uuenemisel harilikule kuusele ta suuremat konkurentsi ei paku (Laas, 2004). Küll aga on võimalik näha olukorda, kus pärast kuusiku lageraiet hakkab kasvama looduslikult hall lepp või kask (Kask, 2009).

Pärast hall – lepikute lageraiet võib istutada harilikku kuuske, sest kasvukoht on sobilik mõlemale puuliigile. Kui istutamist ei teostata, on tõenäosus väike, et metsamaa uueneb looduslikult hariliku kuusega (Kask, 2009).

2. INVESTEERINGUTE HINDAMISE MEETODID

2.1 Puhasnüüdisväärtus

Puhasnüüdisväärtus (*ingl. Net present value, lüh. NPV*) on investeeringute hindamise meetod, kus tulevikus aset leidvad rahavood arvutatakse ümber nüüdisväärtuseks ja summeeritakse. Seega näitab puhasnüüdisväärtus tulevikus saadava raha väärtust tänasel päeval. Puhasnüüdisväärtuse arvutamisel saadakse teada, kas pikaajaline investeering on kasumlik või kahjumlik. Puhasnüüdisväärtuse arvutamise korral antakse hinnang tulevikule, mis võib sisaldada palju määramatust. Mida suurem on puhasnüüdisväärtus, seda kasulikum on investeering. Tegu on majanduses laialt kasutatud investeeringute hindamise meetodiga. (Kaimre, 2002).

$$NPV = \frac{(B_0 - C_n)}{(1+i)^n} + \frac{(B_0 - C_n)}{(1+i)^n} + \dots \frac{(B_0 - C_n)}{(1+i)^n}, \text{ ehk} \quad (1.1)$$

B_n – sissetulekud aastal n ;
 C_n – väljaminekud aastal n
 i – intressimäär

2.2 Sisemine tasuvusläävi

Sisemine tasuvusläävi (ingl. *Internal rate of return*, lüh. *IRR*) on intressimäär, mille korral puhasnüüdisväärtus on 0. Sisemist tasuvuslääve on võimalik leida nii matemaatiliselt kui katsetades erinevaid baasintresse, mis annavad lõpptulemusena puhasnüüdisväärtuseks nulli.

$$0 = \frac{(B_0 - C_0)}{(1+i)^0} + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+i)^1} + \dots \frac{(B_n - C_n)}{(1+i)^n} \quad (1.2)$$

IRR väljendab investeringusse pandud raha kasvu protsentides. *IRR* võib kohati näidata vastuolulisi vastuseid võrreldes *NPV*-ga (Kaimre, 2002). Seda seetõttu, et metsamajanduses saadakse tänu looduslikele protsessidele tulevikus tulu ka praegu väga vähe investeerides.

2.3 Pikaajaline keskmine tulu

Pikaajaline keskmine tulu näitab, kui palju investering teenib kasumit või kahjumit aastas. Kuna saadud tulu ja tehtud kulutuste hinnad võivad kõikuda, ei ole alati arvutatud summa fikseeritud ja püsiv (Kaimre, 2002)

$$\frac{A_u + \sum_{x=0}^u D_x - (C + uv)}{u} \quad (1.3)$$

u – puistu vanus

A_u – uuendusraiest vanuses u saadud puhastulu

D_x – hooldusraietes vanuses x saadud puhastulu

C – metsakasvatustlikud kulud

3. MATERJAL JA METOODIKA

Bakalaureusetöö eesmärgiks on võrrelda kahe erineva puuliigi kasvatamise majandusliku tasuvust. Tulemuseni jõudmiseks on kasutatud kolme erinevat investeeringute hindamise meetodit. Nendeks meetoditeks on: puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi ja pikaajaline keskmine tulu. Puhasnüüdisväärtuse arvutamisel on diskonteerimis määraks 2%. Majandamismudelil arvestatakse ka maamaksuga, mille suurus on mõlema puistu jaoks 5,8€/ha aastas. Nii hall-lepikus kui ka kuusikus on valgustusraiel tegemist ainult kuluga, sest raiutud puutüved jäetakse metsa.

Arvutamiseks vajalikud puistu kasvukäigu tabelid pärinevad Eesti riigimetsa puistute kõrguse, diameetri ja tagavara vanuseridade diferentsmudelist (prof. Andres Kiviste). Hall-lepiku kasvukäigu andmete saamiseks on kasutatud koodi 1761, mis tähistab jänesekapsa kasvukohatüüpi ning loodusliku uuenemist. Kuusiku kasvukäigu andmete leidmiseks on kasutatud koodi 1722, see tähendab samuti jänesekapsa kasvukohatüüpi, kuid loodusliku uuenemise asemel istutatud kultuuri.

Harvendus- ja lageraie järgse ümarpuidu koguse saamiseks on võetud kasvukäigu andmed eelnimetatud diferentsmudelist, ning need on sisestatud õppeprogrammi „Takseerikirjeldusest sortimendid“ (Sims, 2012).

Hall-lepiku ja kuusiku arvutamise metoodika jääb algusest lõpuni samaks. Kõik arvutused on tehtud *Microsoft Exceli* tabelites. Kolmel erineval tasuvuse hindamise meetodil hinnatakse maksustamiseelset tulukust. *Microsoft Excelis* arvutatud tabelid on leitavad lõputöö lisas.

3.1 Hall-lepiku majandamise mudel

Majandatavas hall-lepikus on 2 raieringi, mis on kokku 60 aastat. Esimene raiering:

- Looduslikult uuenenud 7 aastases hall-lepikus teostatakse valgustusraie
- 20 aasta vanuses hall-lepikus teostatakse harvendusraie
- 29 aasta vanuses hall-lepikus teostatakse lageraie, millele järgneb looduslik uuenemine
- Teisel raieringil looduslikult uuenenud 7 aastases hall-lepikus teostatakse valgustusraie.
- 20 aasta vanuses hall-lepikus teostatakse harvendusraie
- 30 aasta vanuses hall-lepikus teostatakse lageraie

Tabel 1. Hall-lepiku 60 aasta kasvukäigutabel, kood 1761 (prof. Andres Kiviste)

A vanus	H m	D cm	M, tm/ha
10	5,5	4,4	33
20	11,0	9,2	92
30	14,9	13,0	147
40	17,7	15,9	189
50	19,7	18,1	220
60	21,1	19,8	243

Arvutamisel on kasutatud 20 (harvendusraie) ja 30 (lageraie) aasta vanuse hall-lepiku kasvukäigu andmeid.

3.2 Kuusiku majandamise mudel

Majandatavas kuusikus on ainult üks 60 aasta pikkune raiering:

- Esimesel aastal istutatakse 2000 hariliku kuuske ühele hektarile
- Teisel ja kolmandal aastal teostatakse kultuurihooldus, et anda kasvuruumi kuuskedele
- Viiendal ja kümnendal aastal tehakse valgustusraie
- 25 ja 45 aastases kuusikus teostatakse alameetodil ning sanitaarse lähenemisega harvendusraie
- 60 aasta vanuses kuusikus teostatakse lageraie

Tabel 2. Kuusiku 60 aasta kasvukäigutabel, kood 1722, jänesekapsa kkt (prof. Andres Kiviste)

A vanus	H m	D cm	M, tm/ha
20	7,0	7,0	71
25	9,4	9,2	104
30	11,8	11,4	137
40	16,0	15,4	199
45	17,7	17,1	223
50	19,4	18,8	247
60	22,1	21,7	283

Arvutamisel on kasutatud 25, 45 (harvendusraie) ja 60 aasta (lageraie) vanuse kuusiku kasvukäigu andmeid.

3.3 Tööde kulud ja puidusortimentide hinnad

Tabel 3. Metsamajanduslike tööde hinnad, hariliku kuuse ühe taime hind (Eesti Maaülikool 2018) ja puidusortimentide hinnad (Erametsakeskus, 2020)

METSAMAJANDUSKUD TÖÖD		
Istutamine	eur/tk	0,16
Kultuurihooldus	eur/ha	184,15
Valgustusraie	eur/ha	317,53
Harvendusraie kompl	eur/m3	20,25
Lageraie kompl	eur/m3	14,84
METSATAIMEDE MAKSUMUS		
H. kuusk	eur/tk	0,27
SORTIMENDID		
Kuuse jänepalk	eur/tm	75,41
Kuuse peenpalk	eur/tm	71,40
Kuuse paberpuut	eur/tm	44,29
Hall-lepapalk	eur/tm	42,16
Küte	eur/tm	31,00
Jäätmed	eur/tm	20,60

4. TULEMUSED JA ARUTELU

Bakalaureusetöös arvutati halli lepa ja hariliku kuuse puistute majanduslikud näitajad 60 aasta perioodi kohta. Et leida mõlema puistu rahaline väärtus tulevikus, arvutati puhasnüüdisväärtuse, sisemise tasuvusläve ja pikaajalise keskmise tulu meetoditel.

Esimene arvutamise meetod oli puhasnüüdisväärtus ehk *NPV*. Kokku liidetud *NPV* 60 aasta summa oli hall-lepikus 1842,3 eurot ja kuusikus 3806,1 eurot. Saadud tulemustest järeldame, et kuusikute majandamine on metsaomanikule 1963,8 eurot kasulikum.

Sisemise tasuvusläve ehk *IRR* meetodil arvutades oli hall-lepiku intressimääraks 9,51% ning kuusiku intressimääraks 4,54%. Saadud tulemused näitavad, et hall-lepiku majandamine on kuusikuga võrreldes 4,97% majanduslikult tasuvam.

Arvutades pikaajalise keskmise tulu meetodil, oli aastane maksimaalne puhastulu hall-lepikus 76,4 eur/ha/a ja kuusikus 242,3 eur/ha/a. Kuusikute aastane puhastulu hektari kohta on 165,9 eurot suurem.

Pikaajaline keskmine tulu ja puhasnüüdisväärtus näitavad, et kuusik on majanduslikult tasuvam. Hall-lepikus on sisemine tasuvuslävi kõrgem, sest puistu uueneb looduslikult ning nõuab majandamisel oluliselt vähem investeringuid. Kuna kuusikus on rohkem mitte tulutoovaid metsamajanduslike töid, on ka sisemine tasuvuslävi väiksem. Antud lõputöös ei saa *IRR* vastusest järeldada, et kuusikute majandamine on hall-lepikutega võrreldes majanduslikult halvem.

Puidusortimentide hindasid analüüsides näeme, et võrreldes kuusest saadud sortimentidega, on hall-lepapalk, küttepuit ja raiejäätmed oluliselt odavamad. Kuigi erinevad ettevõtted ostavad suurtes kogustes energiapuitu, pole siiski küttepuidu hind aktiivselt ja jätkusuutlikult tõusnud (Sirgmet, *et al.* 2012). Arvutatud tulemustest ning puidusortimentide hindadest lähtudes saame öelda, et metsaomanikule on kuusikute kasvatamine majanduslikult kasulikum.

Antud töös on kõik arvutused tehtud jänesekapsa kasvukohatüübi põhistel andmetel. Metsaomanikuna peab analüüsima igat metsa eraldi. Kui soovitakse kasvatada hariliku kuuske, siis peab teadma, et istutamine, kultuurihooldus ja valgustusraie on metsanduslikud tööd mis ei too rahalist tulu. Puht-kuusiku majandamise puhastulu kuni esimese harvendusraieni oli -1687,1 €/ha. Viljakatel kasvukohtadel on ilma inimese abita puht-kuusiku kasvatamine võimatu. Kui rahaline olukord ei võimalda hariliku kuuse puistut majandada, siis on soovitatav kaaluda mõnda teist puuliiki. (Kask, 2009).

Lisaks halli lepale, uueneb looduslikult jänesekapsa kasvukohatüübis harilik haab ja arukask, tegemist on samuti kiirekasvuliste puuliikidega (Lõhmus, 1984). Kui mets jätta pärast lageraiet loodusliku uuenemisele, siis segapuistu koosseisu reguleerimine on kõige lihtsam valgustusraiega. Kui noorendikus domineerib arukask, siis majandada edasi kaasikuna (Kask, 2009).

5. KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli selgitada välja, kas hall-lepiku kasvatamine on tulusam võrreldes kuusikuga. Mõlema puuliigi bioloogilistest iseärasustest tulenevalt on hall lepp ja harilik kuusk võimelised kasvama samasuguses keskkonnas.

Et leida mõlemale puistule rahaline väärtus tulevikus, kasutati kolme erinevat investeringute hindamise meetodit.

Hall-lepikute majandamine on odavam, kuid ümarpuidu müügist teenitud tulu väiksem. Hariliku kuuse bioloogilisest aspektist selgus, et puht-kuusikud ei ole alati kõige sobivam lahendus, sest lisaks tormihellale puuliigile, on veel mitmeid negatiivseid biootilisi tegureid. Arvutatud tulemustel selgus, et isegi kõrge ümarpuidu hinna korral, ei suuda hall-lepikud majanduslikult konkureerida kuusikutega.

Põhjusega, et hall-lepikute hooldamine ja majandamine ei ole Eestis levinud, soovib autor järgnevalt uurida, kuidas oleks nende kasvatamine majanduslikult efektiivsem, sest Eesti metsamaast on kaetud ligikaudu 10% hall-lepikutega.

.

5. KASUTATUD KIRJANDUS

- Eesti maaelu arengukava 2014-2020 meetme 08 „investeeringud metsaala arengusse ja metsade elujõulisuse parandamisse raames makstavate toetuste standardsete ühiskondade kujunemine“. (2018). Tartu: Eesti Maaülikool.
[<https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/uuring-2018-mak-2014-meede-08-uhikuhinnad.pdf>] (22.05.2020)
- Hanso, M. Õunap, H.**, (2006). Olulisemad metsakahjustused ja nende vältimine. SA Erametsakeskus: Tartu 44 lk.
- Hepner, H.** (2019). Ülevaade 2018. aasta IV kvartali puiduturust. Tark Mets. Erametsakeskus
[<https://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2019/02/Puiduhinnad-2018-IV-kv.pdf>]
(21.03.21)
- Hepner, H.** (2018). Ümarpuidu lõpplaohind EMK keskmistega. (andmeid uuendatud 03.02.2020). Erametsakeskus [<https://www.eramets.ee/umarpuidu-lopplaohind-emk-keskmistega-2/?lang=en>] (19.03.2020)
- Kaimre, P.** (2012). Metsanduse ökonoomika. Doktoriväitekirj põllumajandusteaduse doktori teaduskraadi taotlemiseks metsamajandus erialal. Tartu: 188 lk.
- Kiviste, A.** (1996). Puistute kasvukäigu diferentmudel. (andmeid uuendatud 07.04.2011). Tartu: Eesti Maaülikooli Metsakorralduse instituut. (22.05.2020)
- Laas, E.** (1987) Dendroloogia. Teine, ümbertöötatud trükk. Tallinn: Valgus, 824 lk.
- Laas, E.** (2004) Okaspuud. Tartu: Atlex, 357 lk.
- Laas, E.** (2019) Dendroloogia ja Pargindus, Tartu: Atlex ja autor, 640 lk.
- Lõhmus, E.** (1984). Eesti metsakasvukoha tüübid. (2.tr). Tallinn: Eesti loodusfoto. 80 lk.
- Lõhmus, K. Kuusemets, V., Ivask, M., Teiter, S., Austin, J., Mander, U.** (2002).
Budgets of Nitrogen fluxes in riparian grey alder forests. – Arch. Hydrobiol. 13(3-4), 321-332.
- Kask, M.** (2009) Metsakasvatus. Tallinn: Kirjastus ILO, 114 lk.
- Sims, A.** (2012) Takseerikirjeldusest sortimendid. Õppeprogramm.
- Sirgmet, R., Kaimre, P., Padari, A.** (2012). Forest Sector Impacts from the Increased use of Wood in Energy Production in Estonia. Baltic Forestry, 18(1), 125 – 142.
- SMI** (2019) Metsastatistika. Eesti metsavarude ja raie mahu värsked 2018. aasta andmed.

[<https://www.envir.ee/et/metsastatistika>] (19.03.2020)

Tullus, H., Uri, V., Lõhmus, K., Mander, Ü., Keedus, K. (1998). Halli lepa majandamine ja ökoloogia. Tartu: Paar, 36 lk.

Voolmaa, K. (2012). Üraskid ja teised tüvekahjurid. Tartu: Eesti Maaülikool, 6 lk.

LISAD

Lisa 1. Lühendid

- A = vanus
- D = diameeter
- H = kõrgus
- HR – harvendusraie
- IS – istutamine
- *IRR - Internal rate of return* ehk sisemine tasuvuslävi
- KH – kultuurihooldus
- KKT – kasvukohatüüp
- KU – harilik kuusk
- LR – lageraie
- LU – looduslik uuenemine
- LV – lepp valge, hall lepp
- M = puistutagavara ()
- *NPV – Net present value* ehk puhasnüüdisväärtus
- PL – puuliik
- tm – tihumeeter
- VA – valgustusraie

Lisa 2. Hall-lepiku NPV, IRR ja pikaajaline keskmine tulu

Lisa 2.1. Hall-lepiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm), kõik sortimendid arvestatud küttepuidu hinnaga

HR	JK	LV	A= 20	35%			
	Puuliik	Jämepalk	Peenpalk	Paberpuut	Küttepuit	Jäätmed	Kokku
1. rinne	LV, tm		2,22	13,12	4,47	12,39	32,20
TULU	EUR		68,90	406,66	138,66	383,98	998,20

Lisa 2.2. Hall-lepiku lageraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm), sortimendid “Jämepalk” ja “Peenpalk” arvestatud sortiment “LV palk” hinnaga

LR	JK	LV	A = 30	100%			
-	Puuliik	Jämepalk	Peenpalk	Paberpuut	Küttepuit	Jäätmed	Kokku
1. rinne	LV, tm	5,54	40,62	50,02	11,92	38,9	147,00
TULU	EUR	233,57	1259,22	1550,62	369,52	1205,90	4618,83

Lisa 2.3. Ülevaade hall-lepiku esimese ning teise raieringi metsamajanduslikest töödest, kuludest ja tuludest

METSAMAJANDUSLIKUD TÖÖD						
Tööliik	Pindala	Aasta	PL	tk/ha	Kulu	Tulu
VA	1	2027	LV	LU	317,53	-
HR	1	2040	LV	LU	652,05	998,20
LR	1	2049	LV	-	2181,48	4618,83
VA	1	2057	LV	LU	317,53	-
HR	1	2070	LV	LU	652,05	998,20
LR	1	2080	LV	-	2181,48	4618,83
KOKKU					6302,12	11234,1
KASUM					4931,94	

Lisa 2.4. Hall-lepiku 60 aasta majanduslik prognoos, puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi ja pikaajaline keskmine tulu

Aasta	Aeg	Töö	Tulud	Kulud	Kasum	Maa- maks	Puhas- kasum	NPV 2%	IRR -5,36%
2020	0					5,8	-5,8	-5,8	-5,8
2021	1					5,8	-5,8	-5,6	-5,3
2022	2					5,8	-5,8	-5,5	-4,8
2023	3					5,8	-5,8	-5,4	-4,4
2024	4					5,8	-5,8	-5,3	-4,0
2025	5					5,8	-5,8	-5,2	-3,7
2026	6					5,8	-5,8	-5,1	-3,3
2027	7	VA		317,5	-317,5	5,8	-323,3	-281,4	-171,1
2028	8					5,8	-5,8	-4,9	-2,8
2029	9					5,8	-5,8	-4,8	-2,5
2030	10					5,8	-5,8	-4,7	-2,3
2031	11					5,8	-5,8	-4,6	-2,1
2032	12					5,8	-5,8	-4,5	-1,9
2033	13					5,8	-5,8	-4,4	-1,8
2034	14					5,8	-5,8	-4,4	-1,6
2035	15					5,8	-5,8	-4,3	-1,5
2036	16					5,8	-5,8	-4,2	-1,3
2037	17					5,8	-5,8	-4,1	-1,2
2038	18					5,8	-5,8	-4,0	-1,1
2039	19					5,8	-5,8	-3,9	-1,0
2040	20	HR	998,2	652,1	346,2	5,8	340,4	229,1	55,3
2041	21					5,8	-5,8	-3,8	-0,9
2042	22					5,8	-5,8	-3,7	-0,8
2043	23					5,8	-5,8	-3,6	-0,7
2044	24					5,8	-5,8	-3,6	-0,6
2045	25					5,8	-5,8	-3,5	-0,6
2046	26					5,8	-5,8	-3,4	-0,5
2047	27					5,8	-5,8	-3,4	-0,5
2048	28					5,8	-5,8	-3,3	-0,5
2049	29	LR	4618,8	2181,5	2437,3	5,8	2431,6	1369,3	174,2
2050	30	LU				5,8	-5,8	-3,2	-0,4
2051	31					5,8	-5,8	-3,1	-0,3
2052	32					5,8	-5,8	-3,1	-0,3
2053	33					5,8	-5,8	-3,0	-0,3

Lisa 2.4 järg

Aasta	Aeg	Töö	Tulud	Kulud	Kasum	Maa- maks	Puhas- kasum	NPV 2%	IRR -5,36%
2054	34					5,8	-5,8	-2,9	-0,3
2055	35					5,8	-5,8	-2,9	-0,2
2056	36					5,8	-5,8	-2,8	-0,2
2057	37	VA		317,5	-317,5	5,8	-323,3	-155,4	-11,2
2058	38					5,8	-5,8	-2,7	-0,2
2059	39					5,8	-5,8	-2,7	-0,2
2060	40					5,8	-5,8	-2,6	-0,2
2061	41					5,8	-5,8	-2,6	-0,1
2062	42					5,8	-5,8	-2,5	-0,1
2063	43					5,8	-5,8	-2,5	-0,1
2064	44					5,8	-5,8	-2,4	-0,1
2065	45					5,8	-5,8	-2,4	-0,1
2066	46					5,8	-5,8	-2,3	-0,1
2067	47					5,8	-5,8	-2,3	-0,1
2068	48					5,8	-5,8	-2,2	-0,1
2069	49					5,8	-5,8	-2,2	-0,1
2070	50	HR	998,2	652,1	346,2	5,8	340,4	126,5	3,6
2071	51					5,8	-5,8	-2,1	-0,1
2072	52					5,8	-5,8	-2,1	-0,1
2073	53					5,8	-5,8	-2,0	0,0
2074	54					5,8	-5,8	-2,0	0,0
2075	55					5,8	-5,8	-1,9	0,0
2076	56					5,8	-5,8	-1,9	0,0
2077	57					5,8	-5,8	-1,9	0,0
2078	58					5,8	-5,8	-1,8	0,0
2079	59					5,8	-5,8	-1,8	0,0
2080	60	LR	4618,8	2181,5	2437,3	5,8	2431,6	741,1	10,4
NPV KOKKU								1842,3	0,00
Pikaajaline keskmise tulu								76,4	€/ha/a
IRR								9,51	%

Lisa 3. Kuusiku NPV, IRR ja pikaajaline keskmine tulu

Lisa 3.1. 25 aastase kuusiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm)

HR	JK	KU	A = 25	35%			
-	Puuliik	Jämepalk	Peenpalk	Paberpuit	Küttepuit	Jäätmed	Kokku
1. rinne	KU, tm	0,00	3,02	16,61	6,99	11,88	38,50
TULU	EUR	-	215,91	735,55	216,57	244,71	1412,73

Lisa 3.2. 45 aastase kuusiku harvendusraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm)

HR	JK	KU	A = 45	30%			
-	Puuliik	Jämepalk	Peenpalk	Paberpuit	Küttepuit	Jäätmed	Kokku
1. rinne	KU, tm	16,09	23,07	13,46	2,21	12,07	66,90
TULU	EUR	1213,50	1647,41	596,05	68,36	248,68	3774,00

Lisa 3.3. 60 aastase kuusiku lageraiest saadud tulu ja puidu kogus (tm)

LR	JK	KU	A = 60				
-	Puuliik	Jämepalk	Peenpalk	Paberpuit	Küttepuit	Jäätmed	Kokku
1. rinne	KU,tm	131,78	70,60	31,45	4,32	44,85	283,00
TULU	EUR	9937,53	5040,84	1392,92	133,92	923,91	17429,12

Lisa 3.4. Ülevaade kuusiku metsamajanduslikest töödest, kuludest ja tuludest

METSAMAJANDUSLIKUD TÖÖD						
Tööliik	Pindala	Aasta	PL	tk/ha	Kulu	Tulu
IS	1	2020	KU	2000	540,00	0
KH	1	2021	KU	-	184,15	0
KH	1	2022	KU	-	184,15	0
VA	1	2025	KU	-	317,53	0
VA	1	2030	KU	-	317,53	0
HR	1	2045	KU	-	779,55	1342,20
HR	1	2065	KU	-	1354,73	3993,33
LR	1	2080	KU	-	4199,72	17429,12
KOKKU					7877,36	22764,65
KASUM					14887,29	

Lisa 3.5. Kuusiku 60 aasta majanduslik prognoos, puhasnüüdisväärtus, sisemine tasuvuslävi, pikaajaline keskmine tulu

Aasta	Aeg	Töö	Tulud	Kulud	Kasum	Maa- maks	Puhas-kasum	NPV 2%	IRR 1,32%
2020	0	IS		540,0	-540,0	5,8	-545,8	-545,8	-545,8
2021	1	KH		184,2	-184,2	5,8	-189,9	-186,2	-181,7
2022	2	KH		184,2	-184,2	5,8	-189,9	-182,5	-173,8
2023	3					5,8	-5,8	-5,4	-5,0
2024	4					5,8	-5,8	-5,3	-4,8
2025	5	VA		317,5	-317,5	5,8	-323,3	-292,8	-258,9
2026	6					5,8	-5,8	-5,1	-4,4
2027	7					5,8	-5,8	-5,0	-4,2
2028	8					5,8	-5,8	-4,9	-4,0
2029	9					5,8	-5,8	-4,8	-3,9
2030	10	VA		317,5	-317,5	5,8	-323,3	-265,2	-207,4
2031	11					5,8	-5,8	-4,6	-3,5
2032	12					5,8	-5,8	-4,5	-3,4
2033	13					5,8	-5,8	-4,4	-3,2
2034	14					5,8	-5,8	-4,4	-3,1
2035	15					5,8	-5,8	-4,3	-3,0
2036	16					5,8	-5,8	-4,2	-2,8
2037	17					5,8	-5,8	-4,1	-2,7
2038	18					5,8	-5,8	-4,0	-2,6
2039	19					5,8	-5,8	-3,9	-2,5
2040	20					5,8	-5,8	-3,9	-2,4
2041	21					5,8	-5,8	-3,8	-2,3
2042	22					5,8	-5,8	-3,7	-2,2
2043	23					5,8	-5,8	-3,6	-2,1
2044	24					5,8	-5,8	-3,6	-2,0
2045	25	HR	1342,2	779,6	562,6	5,8	556,9	339,4	183,6
2046	26					5,8	-5,8	-3,4	-1,8
2047	27					5,8	-5,8	-3,4	-1,7
2048	28					5,8	-5,8	-3,3	-1,7
2049	29					5,8	-5,8	-3,2	-1,6
2050	30					5,8	-5,8	-3,2	-1,5
2051	31					5,8	-5,8	-3,1	-1,5
2052	32					5,8	-5,8	-3,1	-1,4
2053	33					5,8	-5,8	-3,0	-1,3

Lisa 3.5 järg

Aasta	Aeg	Töö	Tulud	Kulud	Kasum	Maa- maks	Puhas-kasum	NPV 2%	IRR 1,32%
2054	34					5,8	-5,8	-2,9	-1,3
2055	35					5,8	-5,8	-2,9	-1,2
2056	36					5,8	-5,8	-2,8	-1,2
2057	37					5,8	-5,8	-2,8	-1,1
2058	38					5,8	-5,8	-2,7	-1,1
2059	39					5,8	-5,8	-2,7	-1,0
2060	40					5,8	-5,8	-2,6	-1,0
2061	41					5,8	-5,8	-2,6	-0,9
2062	42					5,8	-5,8	-2,5	-0,9
2063	43					5,8	-5,8	-2,5	-0,9
2064	44					5,8	-5,8	-2,4	-0,8
2065	45	HR	3993,3	1354,7	2638,6	5,8	2632,9	1080,0	357,3
2066	46					5,8	-5,8	-2,3	-0,7
2067	47					5,8	-5,8	-2,3	-0,7
2068	48					5,8	-5,8	-2,2	-0,7
2069	49					5,8	-5,8	-2,2	-0,7
2070	50					5,8	-5,8	-2,1	-0,6
2071	51					5,8	-5,8	-2,1	-0,6
2072	52					5,8	-5,8	-2,1	-0,6
2073	53					5,8	-5,8	-2,0	-0,5
2074	54					5,8	-5,8	-2,0	-0,5
2075	55					5,8	-5,8	-1,9	-0,5
2076	56					5,8	-5,8	-1,9	-0,5
2077	57					5,8	-5,8	-1,9	-0,5
2078	58					5,8	-5,8	-1,8	-0,4
2079	59					5,8	-5,8	-1,8	-0,4
2080	60	LR	17429,1	4199,7	13229,4	5,8	13223,7	4030,3	922,3
NPV KOKKU								3806,1	0,00
Pikaajaline keskmine tulu								242,3	€/ha/a
IRR								4,54	%

Lisa 4. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Timmo Tuul,
sünniaeg 14.04.1994

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

„Kas eelistada hall-lepikuid kuusikutele?,

mille juhendajad on Risto Sirg mets, Paavo kaimre,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)